

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-190191

(43)公開日 平成10年(1998)7月21日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 5 K 3/00

識別記号

F I

H 0 5 K 3/00

B

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-350069

(22)出願日 平成8年(1996)12月27日

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72)発明者 林 桂

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 飯野 祐二

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 立野 周一

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

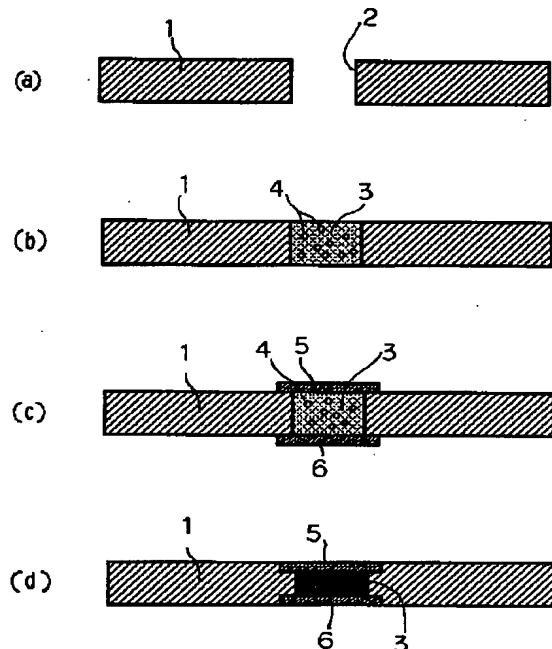
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プリント配線基板の製造方法

(57)【要約】

【課題】金属ペーストの充填によって作製されたI H V (インタースティシャルビアホール)の低抵抗化を図ることのできるプリント配線基板の製造方法を提供する。

【解決手段】少なくとも有機樹脂を含む絶縁層1にスルーホール2を形成する工程と、スルーホール2内に、金属粉末と有機樹脂を含む導体ペーストを充填してスルーホール導体3を作製する工程と、スルーホール導体3の絶縁層1における少なくとも一方の露出端部に、絶縁層1の厚みLの0.05倍以上の厚みを有する金属箔からなる配線層5を形成する工程と、スルーホール導体3の端部に形成された配線層5に圧力を印加して、配線層5を絶縁層1内に埋め込むと同時に、スルーホール導体3を加圧圧縮させて、スルーホール導体の緻密化、低抵抗化を図る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも有機樹脂を含む絶縁層にスルーホールを形成する工程と、該スルーホール内に、金属粉末と有機樹脂を含む導体ペーストを充填してスルーホール導体を作製する工程と、前記スルーホール導体の前記絶縁層における少なくとも片方の露出端部に、前記絶縁層の厚みLの0.05倍以上の厚みを有する金属箔からなる配線層を形成する工程と、前記配線層に圧力を印加して前記配線層を絶縁層内に埋め込むと同時に、スルーホール導体を加圧圧縮させる工程とを具備することを特徴とするプリント配線基板の製造方法。

【請求項2】前記金属箔からなる配線層が、転写シートからの転写によって形成されることを特徴とする請求項1記載のプリント配線基板の製造方法。

【請求項3】前記加圧圧縮後に、前記スルーホール導体に対して、直流電流及び／またはパルス電流を印加する工程とを具備することを特徴とする請求項1記載のプリント配線基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機樹脂を含む絶縁層内に、金属粉末と有機樹脂とを含む導体ペーストを充填してなるスルーホール導体を具備する多層プリント配線基板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来技術】従来より、多層プリント配線基板はプリプレグと呼ばれる有機樹脂を含む平板の表面に銅箔を接着した後、これをエッチングして微細な回路を形成し、これを積層した後、所望位置にマイクロドリルによりスルーホールの孔明けを行い、そのホール内壁にメッキ法により金属を付着させてスルーホール導体を形成して各層間の電気的な接続を行っている。

【0003】ところが、この方法では、スルーホール導体は配線基板全体にわたり貫通したものであるために、積層数が増加に伴いスルーホール数が増加すると、配線に必要なスペースが確保できなくなるという問題が生じ、電子機器の軽薄短小化によりプリント配線基板への多層化、配線の微細化への要求に対して、従来の多層プリント配線基板では、対応できなくなっているのが現状である。

【0004】そこで、それらの要求に対して、絶縁層に対してスルーホール導体を作製した後に、積層して多層化する技術が開発されている。このようなビアホールはIVH（インタースティシャルビアホール）と呼ばれている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このIVHは、一般のプリント配線板と同様にメッキ技術を用いてホール内壁に金属膜を形成して作製されるが、メッキ法によると工程が複雑で処理時間が長い上に有害な薬品を使用するこ

とによる環境への問題も発生する恐れがあることから、このIVHを、ホール内に金属粉末を含む金属ペーストを充填することによって形成することが行われている。

【0006】しかしながら、銅ペースト中には、ホール内への充填性や印刷性を高めるために必然的に有機樹脂を含有し、そのために、通常の銅メッキにより形成された回路よりも抵抗値が高いことが問題となり、銅ペーストで形成したIVHは特に直径150 $\mu$ m以下の微細なビアサイズでは回路の抵抗値が高く実用に耐えないものであった。そのため、導体ペーストを印刷した後、有機樹脂分を加熱分解したり、さらには、印刷後のIVHに通電加熱を行いスルーホール導体の抵抗を低減することも提案されている。

【0007】しかしながら、このようにして金属ペーストの充填によって形成されたIVH中は、その径が小さくなるほどに充填性が低くなる傾向にあり、しかも、ペースト中には溶剤をも含むために、ペーストを乾燥した場合、あるいは加熱処理で有機樹脂を分解除去した場合には、ホール内に多くの気孔が発生しており、この気孔の発生によって、ホール自体の抵抗が大きくなる傾向にあり、IVHの低抵抗化を図ったとしても $7 \times 10^{-4} \Omega - cm$ 程度がせいぜいであり、IVHの低抵抗化が難しいのが現状であった。

【0008】また、IVHを金属ペーストの充填によって作製した場合、絶縁層表面の配線層との接続が弱くなることも問題であった。この接続が弱いと低温と高温との温度サイクルを加えた場合にIVH内部にクラックが生じたり、配線層とIVHとの間にクラックが生じるといった問題があった。

【0009】従って、本発明は、金属ペーストの充填によって作製されたIVH（インタースティシャルビアホール）の低抵抗化を図ることのできる多層プリント配線基板の製造方法を提供することを特徴とするものである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記のような問題点について鋭意検討した結果、銅粉末等の低抵抗金属と有機樹脂を含む金属ペーストの充填によって形成されたIVHに対して、少なくとも一方の露出端部に金属箔の配線層を形成し、その金属箔に圧力を印加して金属箔を絶縁層内に埋め込むことにより、IVH自体が加圧圧縮されることによって充填性が高くなり、IVHの低抵抗化が実現でき、これにより多層プリント基板の超微細化、精密化の要求に応えうるることのできる高信頼性のIVHを形成できることを知見した。

【0011】即ち、本発明の多層プリント配線板の製造方法は、少なくとも有機樹脂を含む絶縁層にスルーホールを形成する工程と、該スルーホール内に、金属粉末と有機樹脂を含む導体ペーストを充填してスルーホール導体を作製する工程と、前記スルーホール導体の前記絶縁

層における少なくとも一方の端部に、前記絶縁層の厚みLの0.05倍以上の厚みを有する金属箔からなる配線層を形成する工程と、前記配線層に圧力を印加して、前記配線層を絶縁層内に埋め込むと同時に、スルーホール導体を加圧圧縮させる工程とを具備することを特徴とするものであり、さらには、前記金属箔からなる配線層が、転写シートからの転写によって形成されること、前記スルーホール導体に対して、直流電流及び／またはパルス電流を印加する工程とを具備することを特徴とするものである。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の多層プリント配線基板の製造方法を図1の工程図で具体的に説明する。本発明の製造方法によれば、まず、図1(a)に示すように、少なくとも有機樹脂を含む絶縁層1の所定箇所にスルーホール2を形成する。絶縁層1は、少なくとも有機樹脂を含むものであり、例えば、PPE（ポリフェニレンエーテル）、BTレジン（ビスマレイミドトリアジン）、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂、フェノール樹脂等の熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂が使用で

きる。

【0013】また、上記の絶縁層1中には、絶縁層あるいは配線基板全体の強度を高めるために、有機樹脂に対して無機質フィラーを複合化させたものでもよい。有機樹脂と複合化される無機質フィラーとしては、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $AlN$ 、 $SiC$ 、等の公知の材料が使用でき、さらには、ガラスクロスやアラミド不織布に樹脂を含浸させたシート（プリプレグ）を用いても良い。なお、有機樹脂と無機質フィラーとの複合材料においては、有機樹脂：無機質フィラーとは、体積比率で15：85～50：50の比率で複合化されるのが適当である。

【0014】この絶縁層へのスルーホールの形成は、未硬化の状態（Bステージ状態）の絶縁層に対して、パンチングあるいはレーザー等により形成される。スルーホール径は、その回路によって様々であるが、通常、100～200 $\mu m$ の径で形成される。

【0015】次に、図1(b)に示すように、スルーホール2内に金属ペーストを充填し乾燥してスルーホール導体3を形成する。金属ペーストは、金属粉末、有機樹脂および溶剤からなり、金属粉末としては、銅、アルミニウム、金、銀の群から選ばれる少なくとも1種または2種以上の合金によって構成するのが望ましい。一方、有機樹脂としては、前述した熱硬化性樹脂の他、セルロースなどの樹脂も使用される。また、溶剤としては、用いる有機樹脂が溶解可能な溶剤から構成され、例えば、イソプロピルアルコール、テルピネオール、2-オクタノール、ブチルカルビトールアセテート（BCA）等が挙げられる。金属ペーストの組成としては、金属粉末100重量部に対して、有機樹脂0.05～10重量部、

特に0.05～3.0重量部、溶剤を1～20重量部、特に2～15重量部の割合で混合したものが適当である。なお、乾燥処理は、溶剤が揮散するに十分な温度で行われ、具体的には、30～200℃で行うことができる。この時のスルーホール導体3中には、多数の気孔4が存在する。

【0016】次に、図1(c)に示すように、スルーホール導体3の絶縁層1における少なくとも一方の露出端部に金属箔からなる配線層を形成する。図(c)では、絶縁層1の表裏面に露出した両端部に金属箔からなる配線層5、6を形成したものである。この配線層5、6は、絶縁層1の厚みLに対して、0.05倍以上、特に0.1倍以上の厚みであることが必要である。この厚みは、後述する圧縮工程でのスルーホール導体の充填率を決定するものであり、この金属箔5、6の厚みが大きいほどスルーホール導体の充填率を高めることができる。従って、金属箔5、6の厚みが0.05倍より薄いとスルーホール導体への圧縮効果が十分でない。なお、厚みが厚すぎると絶縁層への埋め込みが困難となるとともに多層化した場合に、基板に変形等が生じてしまう場合がある。かかる観点から上限は0.25倍が適当である。

【0017】また、金属箔からなる配線層5、6は、周知の方法によって形成される。例えば、絶縁層1の表面に銅等の金属箔を接着した後、これを配線パターンにレジストを塗布して非レジスト形成部をエッチング除去した後に、レジストを除去する方法、銅箔が接着された転写シートに対して同様に配線パターンを形成した後、これを絶縁層1に転写させる方法等が採用される。

【0018】そして、図1(d)に示すように、スルーホール導体3の両端部に形成された配線層5、6間に圧力を印加して、配線層5、6を絶縁層1内に埋め込むと同時に、スルーホール導体3を加圧圧縮させる。この時に印加される圧力は、1～200 $kg/cm^2$ 、望ましくは20～70 $kg/cm^2$ の範囲が望ましい。

【0019】上記の図1(c)(d)の工程において、配線層5、6に対して圧力を印加してスルーホール導体3を加圧圧縮させるに際し、スルーホール導体3の端部に設けられる配線層5、6は、スルーホール導体3上での最小径がスルーホール径の1.1～4倍の大きさであることが望ましい。これは、配線層の大きさが1.1倍よりも小さいと、ペーストの乾燥が不十分な場合、スルーホール導体3のペーストが漏れ出てしまいスルーホール導体3を圧縮することが難しい傾向にある。

【0020】ペーストの乾燥が十分であれば、スルーホール径よりも細い配線層であっても加圧圧縮の効果が認められる。また、4倍を越えたと加圧力がスルーホール導体3に有効に印加されず、絶縁層全体に分散するために基板の変形が大きくなる傾向にある。

【0021】また、この配線層5、6によるスルーホール導体3の加圧圧縮処理において、配線層5、6は、金

10

20

30

40

50

属箔からなることが必要である。それは、例えば配線層を金属粉末と有機樹脂とからなるペーストの印刷によって形成した配線層は、気孔を多数含み緻密性に乏しいことから、スルーホール導体のインクが配線層側にしみ出てしまい加圧圧縮するのに十分な圧力をスルーホール導体に付与できないためである。なお、配線層5、6によるスルーホール導体3の加圧圧縮処理は、配線層5、6を転写シート（図示せず）から圧着して絶縁層に転写すると同時に進行することが望ましい。

【0022】このようにして作製した配線基板は、単層または、複数層を積層圧着することにより、多層配線化することができる。

【0023】また、本発明によれば、上記のスルーホール導体の加圧圧縮後、または多層化した後に、配線層およびスルーホール導体に直流電流及び／またはパルス電流を印加してさらに低抵抗化を図ることができる。とりわけ、パルス電流を印加することが望ましい。

【0024】この時の印加されるパルス電流の最適条件としては、電圧1～200V、1パルスの通電時間3秒以下、パルス間隔が3秒以下の条件で電流印加が可能な構造であれば良い。電圧が1V未満であれば低抵抗化の効果が少なく、また200V以上であれば部分的に発熱が起り絶縁層を傷める場合があるためである。また、1パルスの通電時間が3秒を越えると低抵抗化のための処理時間が長くなり、パルス間隔は3秒以上では処理時間が長くなり実用的でない。望ましくは、1パルスの通電時間、パルス間隔ともに0.5秒以下でIVHの体積固有抵抗値 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下が達成され、最適には $0.02 \sim 0.1$ 秒で $2 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下が達成される。パルス電流値としては基板 $100 \text{ cm}^2$ 当たり50～5000Aが適当である。

【0025】また、パルス電流は、矩形波であることが望ましい。正弦波等も用いられるが矩形波が最も効果的である。また、パルス電源は、直流パルス電源であることが望ましい。それは、正弦波よりも矩形波のほうが、粒子間の放電が起りやすく、表面の洗浄作用が高く、パルス電流は交流よりも直流の方が一旦洗浄された粒子表面に汚れ等が付着しにくいからである。

【0026】さらに、本発明によれば、上記パルス電流の印加ののちに、スルーホール導体に通電による加熱処理を施すことにより、さらにスルーホール導体の低抵抗化を図ることができる。通電処理は、電圧10～100V、基板 $100 \text{ cm}^2$ 当たり電流3～50Aの直流、交流のいずれでもよく、通電による加熱温度は100～300℃の範囲であることが望ましい。この時の加熱温度が300℃よりも高いと絶縁層を形成する耐熱性の高い樹脂の分解が起り、100℃よりも低いとさらなる低抵抗化の効果が小さいためである。この通電加熱によって、金属粒子同士の結合が強固となり、IVHの抵抗を下げるのできるのである。

【0027】また、この通電加熱処理は、前述したパルス電流の印加処理と同時に進行することができる。具体的には、直流のパルス電流と直流電流とを合わせた波形、つまり直流電流波形の上部が矩形波となった電流を印加すると通電加熱による作用と、パルス電流印加による放電溶接作用とを同時に付加することができる。

【0028】

【実施例】絶縁層として、有機樹脂としてイミド樹脂を用い、さらに無機フィラーとして球状シリカを用い、これらを有機樹脂：無機フィラーが体積比で30：70となる組成物を用い、これをドクターブレード法によって厚さ $120 \mu\text{m}$ の半硬化状態の絶縁層を形成し、パンチングにより所定位置に直径が0.1mmのスルーホールを形成した。

【0029】そして、このスルーホールに、平均粒径が $4 \mu\text{m}$ の表面に銀を被覆した銅粉100重量部、セルロース0.2重量部、2-オクタノール10重量部とを混合した金属ペーストを充填し、140℃で30分加熱して乾燥させた。

【0030】次に、2枚の厚さ $2.5 \sim 70 \mu\text{m}$ の銅箔を接着した転写シートの銅箔に対してフォトレジスト法によってそれぞれ表面用配線層および裏面用配線層を形成した。そして、スルーホール導体を形成した絶縁層の表面側および裏面側に転写シートを位置合わせして重ね合わせ、少なくともスルーホール導体形成位置に $50 \text{ kg/cm}^2$ の圧力を印加して、スルーホール導体の両端部側から配線層を絶縁層内に埋め込み処理し、さらに120℃に加熱した。この時のスルーホール導体の端部に設けられる配線層5、6の最小径は0.2mmとした。

【0031】得られた配線基板に対して、スルーホール導体の抵抗を測定した。また、一部の配線基板に対しては、さらに、パルス幅20msec、パルス間隔20msec、パルス電圧10V、パルス電流500A、印加時間1分の条件でパルス電流を印加したり、電圧20V、電流50A、印加時間1分の条件で通電加熱を施し、同様にスルーホール導体の抵抗を測定した。

【0032】また、比較例として、スルーホール導体の端部に金属箔からなる配線層を形成して全く埋め込み処理を行わない（スルーホール導体に対して加圧圧縮処理を行わない）もの、スルーホール導体に対して片側からのみ配線層を埋め込み処理したもの、配線層を金属箔ではなく、上記の金属ペーストの印刷によって形成したものの等に対して、同様に抵抗の測定を行った。

【0033】また、スルーホール導体に対して観察用樹脂を含浸させた後、スルーホール導体をカットして断面の画像解析を行い、非観察用樹脂部の面積をもってスルーホールの充填率を求めた。

【0034】

【表1】

絶縁層厚み $L = 120 \mu m$ 

試料 No.	配線層 の種類	配線層 の厚み ( $\mu m$ )	絶縁層 厚み $L$ との比率	後処理	充填率 (%)	スルーホール 導体抵抗 ( $\Omega \cdot cm$ )	備 考
* 1	金属箔	18	0.15	——	55	$9 \times 10^{-5}$	圧力付加なし
* 2	金属箔	2.5	0.02	——	57	$9 \times 10^{-5}$	
3	金属箔	9	0.075	——	60	$1 \times 10^{-5}$	
4	金属箔	12	0.1	——	65	$7 \times 10^{-6}$	
5	金属箔	18	0.15	——	70	$6 \times 10^{-6}$	
6	金属箔	18	0.15	——	65	$7 \times 10^{-6}$	配線層片側のみ
7	金属箔	18	0.15	パルス印加	75	$5 \times 10^{-6}$	
8	金属箔	35	0.29	パルス印加	78	$4 \times 10^{-6}$	
9	金属箔	35	0.29	通電加熱	73	$5.5 \times 10^{-6}$	
10	金属箔	35	0.29	パルス通電	75	$5 \times 10^{-6}$	
11	金属箔	35	0.29	——	70	$6 \times 10^{-6}$	配線層片側のみ
12	金属箔	35	0.29	——	74	$6 \times 10^{-6}$	
13	金属箔	70	0.58	——	65	$7 \times 10^{-6}$	回路変形あり
* 14	ペースト	20	0.17	——	56	$8 \times 10^{-5}$	

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0035】表1の結果から、明らかなように、従来法によって作製した配線層の埋め込み処理（スルーホール導体の加圧圧縮処理なし）の試料No.1に比較して、片側から配線層に埋め込み処理を施した試料No.6, 11で抵抗の低下が認められた。

【0036】また、配線層を金属ペーストによる印刷で形成した試料No.12では、配線層が変形してスルーホール導体に圧力が十分加わらなかった。

【0037】また、金属箔からなる配線層により両側から圧力を印加した試料では、スルーホール導体の抵抗を $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot cm$ 以下まで低減することができた。ただし、用いた配線層の厚みが絶縁層の厚み $L$ の0.05倍よりも薄い試料No.2では十分な圧縮ができず低抵抗化が不十分であった。

【0038】さらに、本発明に対して、パルス電流印加、および通電加熱処理を施すことにより、さらに低抵抗化が実現できた。

【0039】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明のプリント配

線板の製造方法によれば、金属粉末と有機樹脂を含む金属ペーストを充填して作製されたスルーホール導体（IVH）に対して、所定厚みの金属箔からなる配線基板によって加圧圧縮処理を施すことにより、スルーホール導体の緻密性を高めることができる結果、スルーホール導体の低抵抗化を実現することができ、これにより、これによりプリント基板の超微細化、精密化の要求に応えることのできる高信頼性の配線基板を作製することができる。

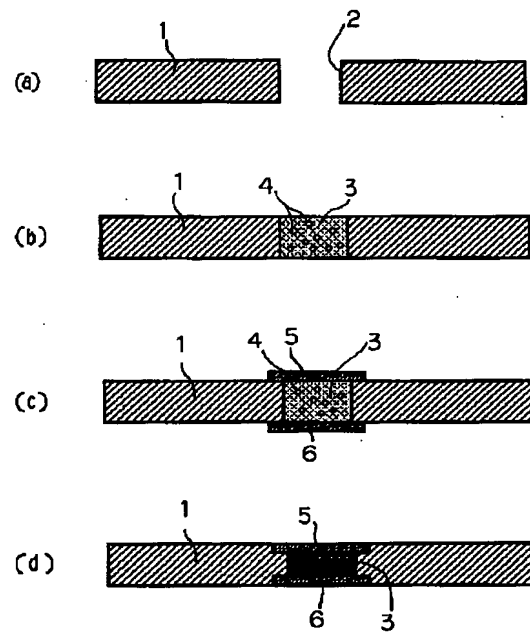
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプリント配線基板の製造方法を説明するための工程図である。

【符号の説明】

- 1 絶縁層
- 2 スルーホール
- 3 スルーホール導体
- 4 気孔
- 5、6 配線層

【図 1】



フロントページの続き

(72)発明者 笹森 理一

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株  
式会社総合研究所内